

Analisis Pengukuran Layanan LTE di Jalan Daan Mogot dari Kota Tangerang sampai Kota Jakarta Barat dan Perbaikannya

Muhammad Fadly Aliansyah, Uke Kurniawan Usman*, Dhoni Putra Setiawan
Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Article Info

Article history:

Submitted November 29, 2022
Accepted December 26, 2022
Published December 30, 2022

Keywords:

Perbaikan kualitas LTE,
drive Test,
physical Tunning,
Daan Mogot

LTE quality improvement,
drive Test,
physical Tunning,
Daan Mogot

ABSTRACT

Penelitian ini didahului dengan melakukan *LTE Drive Test* sebanyak dua kali pada Jalan Daan Mogot dengan layanan yang berbeda, dan mendapatkan nilai persentase 95% RSRP, SINR, dan RSRQ yang tidak memenuhi standar *key performance indicator* dari operator. Pada jalan ini juga ditemukan beberapa kasus seperti *radio link failure*, *handover failure*, dan *connection drop* serta 6 area *bad spot*. Untuk itu dilakukanlah perbaikan kualitas LTE dengan Aplikasi Atoll menggunakan empat metode usulan perbaikan, yaitu: *physical tuning*, mengubah *power* antena secara homogen, menggunakan *site* terdekat untuk melayani area yang *bad spot*, dan melakukan penambahan *site* baru. Setelah dilakukan perbaikan dari 6 *bad spot*, didapat rata-rata nilai RSRP -97.71 dBm, SINR 11.32 dB, RSRQ -13.8 dB, dan *throughput* 57.868,92 kbps. Dengan metode utama perbaikan adalah *physical Tunning*.

This research was preceded by conducting the LTE Drive Test twice on Jalan Daan Mogot with different services, and obtaining a percentage value of 95% RSRP, SINR, and RSRQ which did not meet the operator's key performance indicator standards. On this road, several cases were also found, such as radio link failure, handover failure, and connection drop as well as 6 bad spot areas. For this reason, the LTE quality improvement was carried out with the Atoll Application using four proposed improvement methods, namely: physical tuning, changing the antenna power homogeneously, using the nearest site to serve areas with bad spots, and adding new sites. After repairing the 6 bad spots, an average value of RSRP -97.71 dBm, SINR 11.32 dB, RSRQ -13.8 dB, and throughput 57,868.92 kbps were obtained. With the main method of repair is physical tuning.



Corresponding Author:

Uke Kurniawan Usman
Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jalan Telekomunikasi Bojongsoang, Sukapura, Bandung, Jawa Barat
Email: *ukeusman@telkomuniversitas.co.id

1. PENDAHULUAN

Sebagai jalan utama penghubung kota Tangerang dan kota Jakarta, Jalan Daan Mogot selalu padat setiap harinya. Rute ini menjadi Jalan utama bagi pekerja dan pelajar yang melakukan aktivitasnya di Jakarta atau yang beraktivitas di Tangerang. Dengan kepadatan lalu lintas yang sering terjadi, tentu para pengendara maupun warga yang menaiki angkutan umum mengalami kejenuhan dan biasanya menggunakan internet untuk *browsing*, *chat*, atau melakukan *streaming* via Youtube, atau aplikasi musik berbayar guna mengatasi masalah tersebut.

Jalan Daan Mogot merupakan jalan utama sebagai penghubung dua daerah yang merupakan area *microcell*. Karena merupakan area perbatasan dua provinsi, daerah ini merupakan daerah padat pemukiman dan disertai dengan pabrik-pabrik yang berdiri di area Daan Mogot. Area penelitian ini juga dekat dengan Bandara Internasional Soekarno Hatta yang memungkinkan terjadinya interferensi sinyal dari eNodeB sekitar Bandara dengan Menara *Air Traffic Control*. Sebagai Jalan Utama, tentu Jalan ini merupakan daerah padat yang selalu mengalami kemacetan pada jam sibuk kantor. Ada pula gedung-gedung kecil sekitar Area ini, yang memungkinkan sinyal terhalang. Pada area perbatasan kota Jakarta dan Tangerang juga kurang dilayani banyak eNodeB, hal ini pula yang menyebabkan beberapa area mengalami kendala jaringan yang kurang baik.

Untuk mengetahui kualitas jaringan LTE (*Long Term Evolution*), telah dilakukan pengujian menggunakan *Tems Pocket* pada Jalan Daan Mogot dengan awal rute Kota Tangerang dan berakhir di Kota Jakarta yang dilakukan menggunakan layanan *video call* melalui LINE Apps. Dari hasil analisis, didapatkan nilai

persentase 95% untuk studi kasus pertama dengan RSRP -108,88 dBm, SINR -5,64 dB, dan RSRQ -19,03 dB. Untuk itu perlu dilakukan penelitian ini guna meningkatkan performansi LTE pada Jalan Daan Mogot Raya kota Tangerang dan Jakarta.

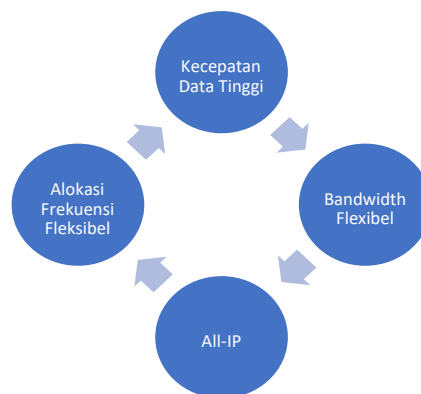
Penelitian ini dilakukan dengan melakukan empat metode pendekatan perbaikan kualitas LTE, yaitu *physical tuning*, *power configuration*, penambahan *site* terdekat untuk ikut melayani area *bad spot*, dan pembangunan *site* baru. Target hasil penelitian ini adalah setiap bad spot area memiliki nilai RSRP, SINR, RSRQ, dan *throughput* yang sesuai dengan standar *key performance indicator*. Perbaikan kualitas LTE ini juga pernah dilakukan sebelumnya di beberapa daerah lain, seperti: menggunakan *Multi-Level Soft Frequency Reuse* di Cimahi [1], Jalan Tol Layang Jakarta-Cikampek [2], menggunakan *Adaptive Soft Frequency Reuse* di Tol Cawang-Cikarang [3], di kota Balikpapan [4], Bandung [5] dan area padat penduduk lainnya [6].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan layanan LTE di Jalan Daan Mogot sebagai jalan utama penghubung kota Tangerang dan kota Jakarta. Perbaikan kualitas LTE ini ditempuh setelah mempertimbangkan beberapa hal berikut ini.

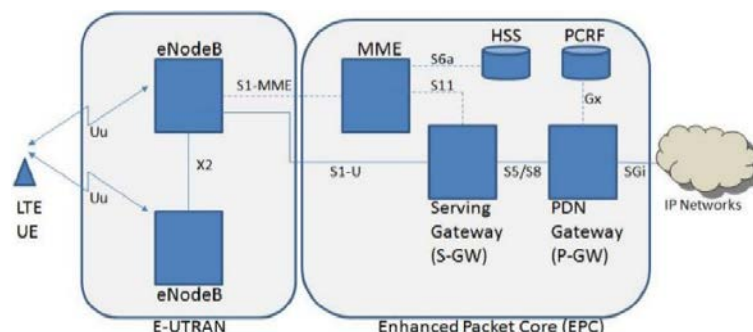
2.1 Teknologi LTE diperkirakan Relevan untuk beberapa Dekade Mendatang

Istilah ini dikemukakan pertama kali oleh badan standarisasi seluler dunia yaitu 3GPP dan lebih dikenal sebagai *the fourth - generation (4G)*. Guna membuat penyeteraan teknologi yang ada di LTE, *International Telecommunication Union-Radio (ITU-R)* sebagai badan standarisasi internasional telah menetapkan beberapa kriteria yang harus dipenuhi apabila vendor ingin membuat teknologi generasi keempat, dengan kriteria sebagaimana bagan di Gambar 1 berikut [7]. LTE ini diharapkan akan relevan dan digunakan selama beberapa dekade ke depan sehingga hasil perbaikan kualitas LTE yang diusulkan dapat digunakan dalam waktu lama.



Gambar 1. Kriteria LTE menurut ITU-R

Arsitektur LTE terbagi menjadi dua bagian, pertama yaitu bagian *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network* dan *Enhanced Packet Core*. Dengan masing-masing memiliki bagian-bagian sebagaimana Gambar 2 berikut [8][9]. Arsitektur standar ini sudah digunakan pada LTE yang ada sehingga perbaikan dapat menggunakan metode standar. Berikut beberapa komponen penting di LTE



Gambar 2. Arsitektur LTE

Bagian utama LTE adalah:

1. LTE UE (LTE User Equipment)

User Equipment adalah perangkat LTE yang terletak paling ujung dan berdekatan dengan pengguna. Fungsinya tidak berbeda dengan *User Equipment* di teknologi sebelumnya, yaitu sebagai perangkat yang digunakan pelanggan guna mendapat layanan jaringan telekomunikasi.

2. E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*)

Berfungsi untuk menangani radio akses dari UE ke *Core Network*.

3. EPC (*Evolved Packet Core*)

EPC adalah sebuah sistem berbasis *All-IP* yang berada di *Core Network*, menyediakan fungsi *Core Mobile* pada generasi sebelumnya dan memiliki dua metode komunikasi jaringan yaitu *Packet Switch* untuk data dan *Circuit Switch* untuk layanan *voice*.

2.2 *LTE Drive Test*

Drive Test merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan suatu informasi dari kualitas jaringan LTE pada suatu *area* secara *real*, di mana data yang dikumpulkan adalah informasi dan kondisi frekuensi dari eNodeB [1]. Beberapa parameter yang sering digunakan dalam *drive test* adalah RSRP, SINR, RSSI, RSRQ, dan *Throughput*. *Drive test* hanya bisa dilakukan dengan perangkat atau aplikasi khusus, misalnya Tems, Genex Probe, atau Nemo. Pada penelitian ini menggunakan *Tems Pocket* sebagai alat untuk *drive test* sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Alat *drive test*

2.3 *Key Performance Indicator*

Isitlah *key performance indicator* (KPI) merujuk kepada parameter standar yang biasa digunakan untuk menunjukkan suatu kualitas performansi yang diterima. Tabel 1 berikut berisi katagori nilai KPI untuk RSRP [10], SINR, *Throughput* [11], dan RSRQ [12] yang digunakan untuk menentukan katagori kualitas layanan LTE.

Tabel 1. Katagori nilai KPI

Kategori	Warna	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRQ (dB)	<i>Throughput</i> (kbps)
<i>Very Bad</i>	Black	$-140 \leq \text{RSRP} < -110$			$\text{Th} \leq 324$
<i>Bad</i>	Red	$-110 \leq \text{RSRP} < -100$	$-20 \leq \text{SINR} < 0$	$\text{RSRQ} < -15$	$324 < \text{Th} \leq 1500$
<i>Fair</i>	Yellow	$-100 \leq \text{RSRP} < -90$	$0 \leq \text{SINR} < 3$	$-15 \leq \text{RSRQ} < -12$	$1500 < \text{Th} \leq 7200$
<i>Good</i>	Green	$-90 \leq \text{RSRP} < -80$	$3 \leq \text{SINR} < 10$	$-12 \leq \text{RSRQ} < -9$	$7200 < \text{Th} \leq 12000$
<i>Very Good</i>	Light Blue	$-80 \leq \text{RSRP} < -44$	$10 \leq \text{SINR} < 30$	$-9 \leq \text{RSRQ} < -6$	$12000 < \text{Th}$
<i>Excellent</i>	Dark Blue			$-6 \leq \text{RSRQ}$	

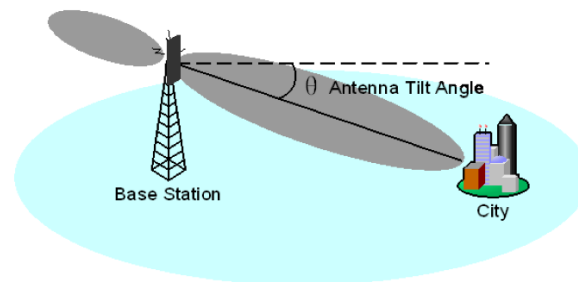
2.4 *Metode Usulan Teknik Optimasi Jaringan*

Ada empat metode usulan yang digunakan dalam penelitian ini. Metode pertama adalah *physical tuning*. Metode ini paling mudah digunakan dibanding tiga metode lainnya, dengan melakukan perubahan terhadap kedudukan antena secara langsung dengan mengubah *mechanical tilting*, *azimuth*, dan ketinggian antena. Metode kedua adalah *power configuration*. Teknik ini digunakan dengan menaikkan daya antena mengarah langsung ke arah *bad spot* area dari hasil perbaikan *physical tuning*. Daya dinaikkan sesuai dengan data tertinggi daya *transmitter default* yang terdapat pada data *engine parameter*. Metode ketiga adalah penambahan *site* terdekat guna meningkatkan performansi dan mengurangi *cost* yang ada dibandingkan dengan metode keempat yaitu membangun *site* baru.

2.4.1 *Physical Tuning*

Metode *physical tuning* adalah teknik optimasi jaringan yang paling sering ditemukan, dengan mengubah *tilting* antena, *azimuth*, dan ketinggian antena secara langsung pada perangkat fisiknya [13]. Tujuan dari *tilting* agar pancaran dari antena mengarah pada area yang lebih spesifik sehingga setiap sel sesuai dengan desain perencanaan awal. Terdapat dua jenis *tilting* yakni *mechanical tilting* dan *electrical tilting* dengan skema

uptilt atau *downtilt*. *Uptilt* adalah kondisi di mana pengarahannya inklinasi antena ke arah atas, sedangkan *downtilt* kondisi di mana pengarahannya inklinasi antena ke bawah [14], sehingga dapat meningkatkan nilai RSRP dan RSRQ. Gambar 4 berikut adalah ilustrasi dari *physical tuning* dan dampak cakupannya pada suatu daerah yang dilayani oleh *transmitter* [15].



Gambar 4. Ilustrasi *physical tuning* dengan *mechanical tilt*

2.4.2 Power Configuration

Power Configuration adalah penambahan daya daripada *transmitter* sampai batas yang ditentukan, agar seluruh area target dapat dilayani. Teknik ini sangat baik menangani *coverage* dan *capacity* karena dengan *power* yang meningkat, area cakupan akan meningkat dan kapasitas pelanggan yang dapat dilayani juga akan meningkat. Dampak dari besarnya nilai *power* adalah dapat meningkatkan nilai RSRP, SINR, RSRQ, dan *throughput*. Namun, semakin tinggi daya yang dikeluarkan oleh *transmitter* akan memberikan dampak penurunan kualitas *transmitter*, misalnya meningkatkan nilai interferensi dan dapat membuat status *site* berubah. Maksud dari perubahan status *site* adalah misal pada awalnya *site* hanya melayani area kecil dan berubah menjadi area yang besar, sehingga *throughput* yang didapat *user* makin kecil, karena meningkatnya cakupan dan kapasitas pelanggan.

2.4.3 Penambahan Site Terdekat

Penambahan *site* terdekat untuk ikut melayani area terdekat digunakan sebagai metode ketiga yang digunakan, metode ini diperbolehkan digunakan apabila optimasi dengan dua metode sebelumnya yakni *physical tuning* dan *power configuration* masih mendapatkan hasil yang buruk. Hal ini dilakukan untuk mengurangi area yang tidak tercakup dan tidak dilayani oleh *transmitter*. Hal lain adalah untuk mengurangi interferensi antar *transmitter*.

2.4.4 Usulan Pembangunan Site Baru

Metode terakhir yang digunakan pada penelitian ini adalah membangun *site* baru. Sama seperti metode sebelumnya, metode ini hanya boleh digunakan apabila ketiga metode sebelumnya belum memenuhi target perbaikan. Tentu dengan menambah *site* baru, peningkatan performansi jaringan akan meningkat, namun dilain sisi pembiayaan pembangunan *site* sangat mahal. Dari segi bisnis, operator tentu menginginkan keuntungan yang besar dengan infrastruktur yang terbatas tetapi performansi dapat maksimal. Hal ini berbanding terbalik dengan metode ini yang memerlukan biaya yang sangat mahal. Oleh karena itu disarankan agar menggunakan ketiga metode sebelumnya terlebih dahulu.

2.5 Target Optimasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan optimasi LTE adalah dengan memperhatikan performansi pada hal berikut [16].

2.5.1 Coverage

Luas Cakupan atau *coverage* adalah hal utama yang sangat perlu diperhatikan. Semakin luas *coverage* maka akan meningkatkan jumlah pelanggan. Namun perlu diperhatikan juga *throughput* yang akan diterima oleh tiap *user*. Karena *throughput* akan dibagi ke tiap *user*, sehingga nilai *throughput* harus sangat baik. Hal lain yang perlu diperhatikan untuk *coverage* adalah parameter RSRP dan RSRQ. RSRP adalah *reference signal received power* di mana akan menentukan kualitas kuat sinyal yang diterima. Semakin dekat *user* dengan *transmitter* maka nilai RSRP akan makin tinggi. Sedangkan RSRQ adalah *reference signal received quality* atau menentukan nilai kualitas sinyal yang diterima, RSRQ juga dapat membantu RSRP dalam menentukan *handover* [17].

2.5.2 Interference

Mengurangi interferensi target kedua optimasi jaringan. Parameter yang berhubungan dengan interferensi adalah SINR. SINR adalah *signal to interference noise ratio* atau perbandingan sinyal yang diterima dengan *noise* dan *interferensi*. Semakin kecil nilai SINR maka kualitas sinyal akan semakin buruk.

2.5.3 Mobility

Mobility adalah salah satu syarat dari jaringan seluler. Untuk mengoptimalkan mobilitas pengguna, nilai parameter yang harus diperhatikan adalah RSRP dan RSRQ. Semakin tinggi mobilitas yang dapat dilakukan oleh pengguna, maka performansi jaringan juga akan meningkat.

2.5.4 Capacity

Optimasi jaringan tentu juga berhubungan dengan jumlah *user* yang dapat dilayani. Tentu dengan meningkatnya *coverage* maka *capacity* juga akan meningkat.

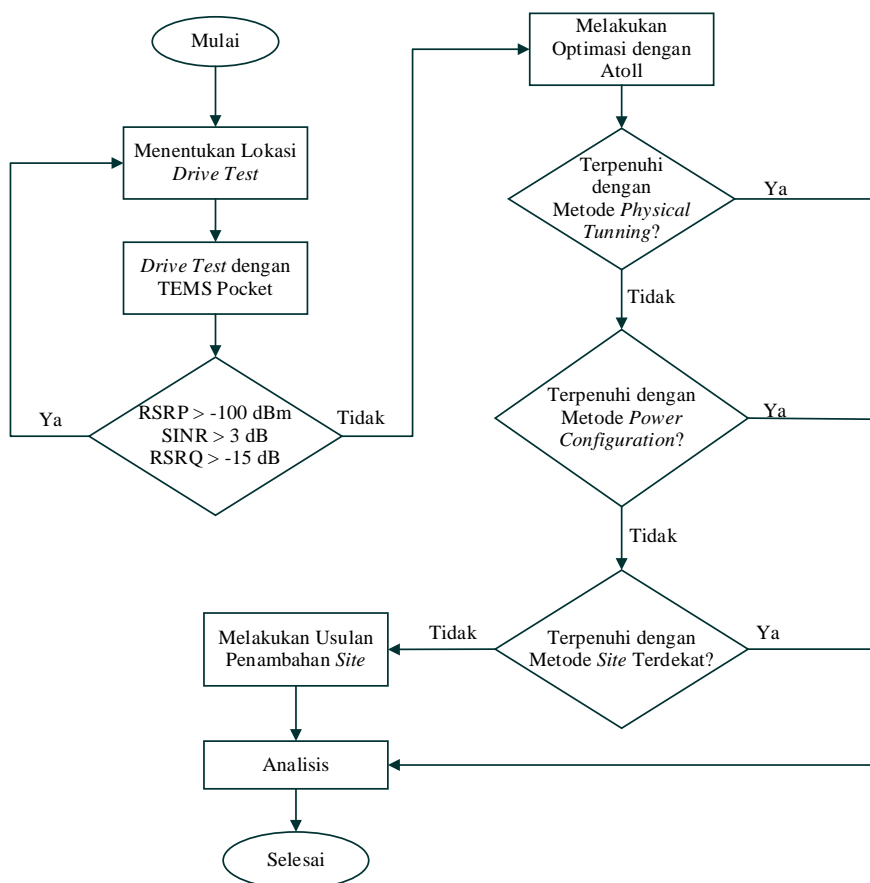
2.5.5 Quality

Dari keempat target optimasi sebelumnya, akan menentukan kualitas sinyal yang diterima, dengan meningkatnya keempat parameter RSRP, SINR, RSRQ, dan *throughput* dari semua *bad spot*, maka kualitas sinyal yang diterima juga akan meningkat.

2.6 Model Sistem dan Usulan Perbaikan Kualitas LTE

2.6.1 Model Sistem

Pada sistem model ini sebelum menentukan perbaikan langkah pertama yaitu menentukan lokasi dan *drive test*. Pada pengukuran dengan *drive test* terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan sebagai penentuan kualitas dari sinyal yang dipancarkan dari suatu *site* berupa *Received Signal Reference Power* (RSRP), *Signal to Noise Ratio* (SINR), dan *Reference Signal Received Quality* (RSRQ). Jika hasil pengukuran ketiga parameter tersebut tidak memenuhi standar sesuai dengan KPI pada Tabel 1, maka akan dilakukan perbaikan menggunakan empat metode usulan, yakni *physical tuning*, *power configuration*, penggunaan *site* terdekat, dan pembangunan *site* baru. Proses perbaikan kualitas LTE ini mengikuti diagram alir sebagaimana Gambar 5.



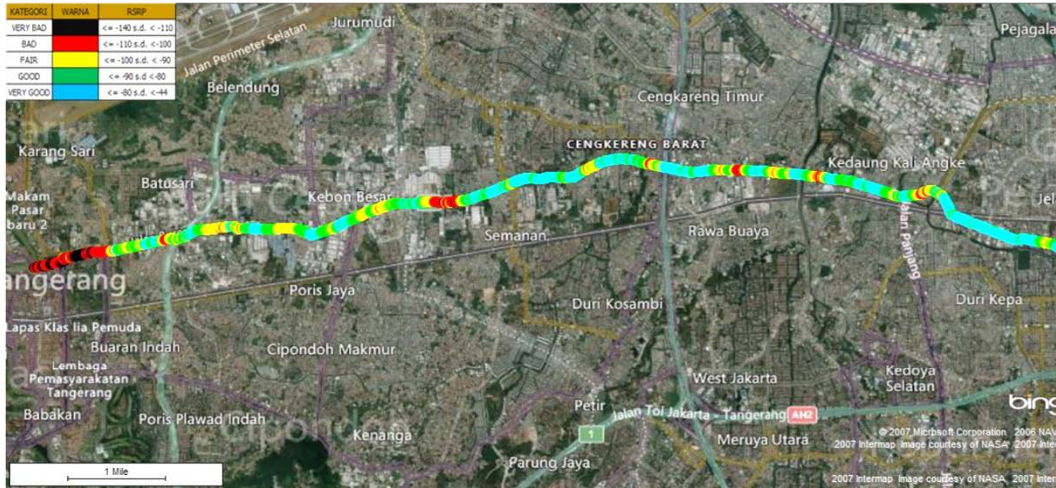
Gambar 5. Diagram alir penelitian

2.6.2 Pengujian dengan Drive Test

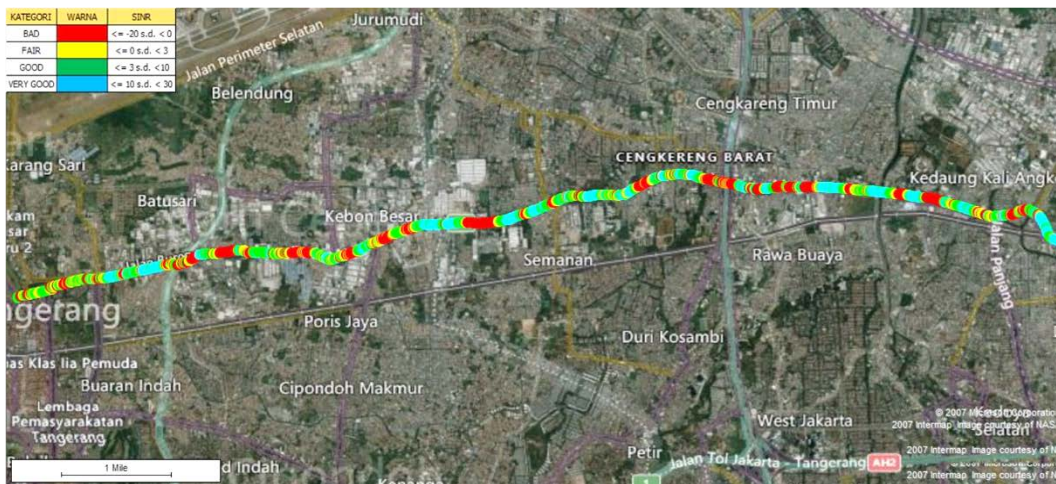
Pengujian dilakukan dengan melakukan *drive tes* menggunakan layanan LINE *video call* dan mendapatkan hasil rata-rata persentase 95% dari RSRP, SINR, dan RSRQ dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan pengukuran *drive test* pada jalan Daan mogot, didapatkan hasil sinyal daya yang diterima di beberapa tempat tidak memenuhi standar dan berwarna merah seperti pada Gambar 6. Hasil perbandingan SINR pada pengukuran tersebut di beberapa titik berwarna merah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Sedangkan hasil pengukuran kualitas sinyal yang diterima juga di beberapa berwarna merah seperti pada Gambar 8.

Tabel 2. Hasil *drive test*

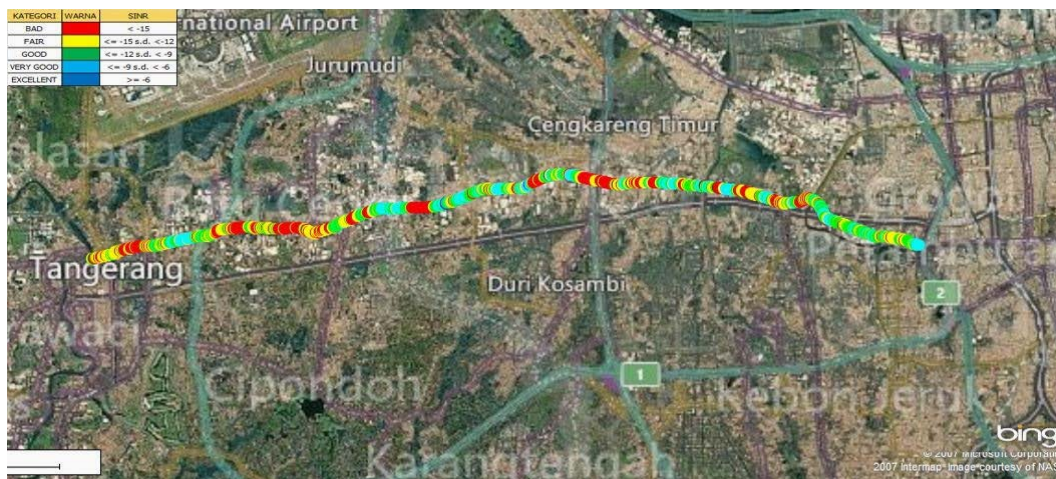
Parameter	Rata-rata Persentase 95%	Jumlah Titik
RSRP	-108,88 dBm	32.889
SINR	-5,64 dB	21.468
RSRQ	-19,03 dB	32.888



Gambar 6. Hasil RSRP *drive test*



Gambar 7. Hasil SINR *drive test*



Gambar 8. Hasil RSRQ *drive test*

2.6.3 Hasil Pengujian Drive Test

Setelah dilakukan pengukuran, langkah selanjutnya yaitu pengolahan data dengan menggunakan aplikasi Atoll. Dari proses ini didapatkan 7 bad spot area. Bad spot adalah kondisi di mana sebuah area kurang mendapatkan layanan coverage dari suatu eNodeB sehingga memiliki performansi yang buruk seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data bad spot penelitian

Bad Spot	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRQ (dB)	Throughput (kbps)
1	-111,54	9,49	-13,96	28.739,02
2	-108,32	11,35	-13,74	49.467,34
3	-107,25	2,04	-16,07	13.975,06
4	-108,15	2,44	-15,98	13.674,60
5	-106,41	1,88	-15,85	14.562,09
6	-106,79	2,24	-15,60	16.135,83

2.6.4 Metode Perbaikan Tiap Bad Spot

Setelah melakukan pengolahan data dengan menggunakan Atoll, langkah selanjutnya adalah menggunakan perbaikan dengan metode pada Tabel 4. Berdasarkan pengolahan data dan metode yang digunakan, maka ada beberapa usulan perbaikan kualitas LTE yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *physical tuning*, *homogen power configuration*, penambahan coverage dari site terdekat, dan pembangunan site baru.

Tabel 4. Metode perbaikan tiap bad spot

Bad Spot	Metode I <i>Physical Tune</i>	Metode II <i>Power Configuration</i>	Metode III <i>Coverage Site Terdekat</i>	Metode IV <i>Pembangunan Site Baru</i>
1	Ya	Ya	Ya	Ya
2	Ya	Ya	Ya	
3	Ya			
4	Ya	Ya		
5	Ya	Ya		
6	Ya			

Warna ○ menandakan adanya metode yang digunakan untuk perbaikan.

Warna ○ menandakan tidak adanya metode perbaikan yang digunakan karena telah memenuhi syarat ketetapan KPI.

3. HASIL SETELAH PERBAIKAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perbaikan berdasarkan target nilai KPI sebagaimana pada Tabel 1, didapatkan peningkatan daya yang diterima, kualitas sinyal dan perbandingan sinyal terhadap derau sehingga didapat nilai parameter sebagaimana Tabel 5.

Tabel 5. Metode perbaikan tiap bad spot

Bad Spot	RSRP (B) (dBm)	SINR (B) (dB)	RSRQ (B) (dB)	Throughput (B) (kbps)	Metode	RSRP (A) (dBm)	SINR (A) (dB)	RSRQ (A) (dB)	Throughput (A) (kbps)
1	-111,54	9,49	-13,96	28.739,02	Site Baru	-96,8	11,03	-13,84	85.932,96
Persentase Kenaikan						13,2%	16,2%	0,85%	199%
2	-108,32	11,35	-13,74	49.467,34	Site Terdekat	-97,74	16,79	-13,53	73.568,21
Persentase Kenaikan						9,7%	47,9%	1,5%	48,7%
3	-107,25	2,04	-16,07	13.975,06	Physical Tuning	-99,93	10,77	-14,26	56.837,6
Persentase Kenaikan						6,8 %	427%	11,2%	306%
4	-108,15	2,44	-15,98	13.674,6	Power Config	-95,3	12,31	-13,84	76.736,63
Persentase Kenaikan						11,8%	404,5%	13,3%	66,4%
5	-106,41	1,88	-15,85	14.562,09	Power Config	-97,74	6,89	-14,46	39.194,04
Persentase Kenaikan						8,1%	266,4%	8,7%	169,1%
6	-106,79	2,24	-15,6	16.135,83	Physical Tuning	-98,73	10,1	-13,85	58.185,03
Persentase Kenaikan						7,5%	350,8%	11,2%	260,5%

Dari hasil *drive test* yang telah dilakukan pada Jalan Daan Mogot sebelumnya, rata-rata performansi LTE kurang baik. Hal ini terbukti dari nilai RSRP, SINR, dan *throughput* pada kedua area ini. Setelah dilakukan simulasi perbaikan, didapatkan hasil performansi yang sangat baik. Metode utama perbaikan yang dilakukan adalah *physical tuning*. Metode ini terbukti sangat efektif untuk meningkatkan *coverage area* sehingga menaikkan performansi pada *bad spot*. Hasil akhir dari perbaikan rata-rata adalah nilai RSRP = -97.71 dBm, SINR = 11.32 dB, RSRQ = -13.8 dB, dan *throughput* = 57.868,92 kbps.

Metode *physical tuning* menjadi metode yang selalu digunakan dalam tiap metode usulannya, metode ini sangat berpengaruh kepada performansi jaringan LTE, karena dengan pengarahannya secara langsung, dapat meningkatkan kualitas jaringan pada area perbaikan. Namun tentu dibalik efektivitas dari metode ini, di sisi lain area yang awalnya terlayani oleh eNodeB dapat berkurang cakupannya atau bahkan bisa menghilang. Oleh karena itu, penggunaan metode ini juga diperlukan pertimbangan sesuai dengan pengukuran agar eNodeB tetap melayani area sebelumnya. Metode kedua adalah *power configuration*, metode ini dapat meningkatkan performansi dengan besar, namun metode ini memiliki kelemahan yaitu pemborosan daya.

Metode ketiga adalah usulan *coverage* dari *site* terdekat dengan area *bad spot*. Dampak positif dari usulan ini adalah area layanan bertambah dan performansi di *bad spot* area meningkat, juga mengurangi *cost* yang harus dikeluarkan operator dibanding dengan membangun *site* baru. Namun sama seperti metode pertama, beberapa area kemungkinan mendapatkan *coverage* yang berkurang. Terakhir adalah usulan penambahan *site* baru. Usulan ini sebisa mungkin dikurangi atau bahkan ditiadakan, walaupun memiliki dampak positif yang sangat besar, yakni dari segi *coverage* dan *capacity* akan bertambah besar, namun *cost* yang perlu dikeluarkan oleh operator sangat tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan pengukuran dan pertimbangan apabila ingin usulan ini digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kedua hasil *drive test* yang telah dilakukan, rata-rata performansi LTE pada Jalan Daan Mogot berada dikategori yang kurang baik, terbukti dari nilai RSRP, SINR, dan *throughput* yang didapatkan pada kedua area ini. Setelah dilakukan simulasi perbaikan kualitas LTE, didapatkan hasil peningkatan performansi yang sangat baik, dengan metode utama perbaikan adalah *physical tuning*. Metode ini sangat efektif untuk meningkatkan *coverage area* sehingga performansi pada *bad spot* menjadi lebih baik. Dengan hasil akhir dari perbaikan rata-rata tiap parameter adalah RSRP -97.71 dBm, SINR 11.32 dB, RSRQ -13.8 dB, dan *throughput* 57.868,92 kbps. Semua parameter yang diukur telah memenuhi standar *key performance indicator*.

REFERENSI

- [1] M.N. Almusawwir, U.K. Usman, & S.P. Wigati, "Analysis of LTE Network Planning with Multi-level Soft Frequency Reuse: Cimahi City Case Study," IEEE, 17259610, *IEEE Conference*, Yogyakarta, Indonesia, 2017. <http://dx.doi.org/10.1109/INAES.2017.8068542>
- [2] D.A.Nursafitri, U.K. Usman, & M.I. Maulana, "Long Term Evolution (LTE) Network Planning in Jakarta-Cikampek Elevated Toll," IEEE, 19892400, *IEEE Conference Bali*, Indonesia, 2020. <http://dx.doi.org/10.1109/IAICT50021.2020.9172013>
- [3] R. Nurhasanah, U.K.Usman, "Planning of LTE Network at Cawang – Cikarang Utama Toll Road with Adaptive Soft Frequency Reuse", IEEE, 17261948, *IEEE Conference Melaka*, Malaysia, 2020. <http://dx.doi.org/10.1109/ICoICT.2017.8074704>
- [4] M. Ulfah, A.S. Irtawaty, "Optimasi Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) pada Kota Balikpapan", *Jurnal ECOTIPE*, vol. 5, no. 2, hal. 1-10, 2018. <https://doi.org/10.33019/ecotipe.v5i2.645>
- [5] Hastruman, Arfianto Fahmi, Uke Kurniawan Usman, "Analisa Kinerja pada Perencanaan TD-LTE ADVANCED Studi Kasus Kota Bandung," *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls (AVITEC)*, vol. 2, no. 2, hal. 75-90, 2020. <http://dx.doi.org/10.28989/avitec.v2i2.670>
- [6] H. Yuliana, N.M.D. Putri, S. Basuki, "Optimasi Jaringan 4G LTE pada Area Padat Penduduk Menggunakan Antena Multisektoral", *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 5, no. 1, hal. 81-92, 2019. <http://dx.doi.org/10.31544/jtera.v5.i1.2019.81-92>
- [7] W. Lingga, B.F. Aginsa, A. Dewantoro, I. Harto, & G.M.A. Hikmaturokhman, "4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia".
- [8] Tabbane Sami, "4G to 5G Network and Standard Release," *ITU PITA Workshop on Mobile Network Planning and Security*, hal.1-83, ITU, 2019.
- [9] M. Ulfah, "Peningkatan Area Jangkauan Jaringan 4G LTE (Study Kasus Kecamatan Samarinda Ulu)," *Jurnal ECOTIPE*, vol. 5, no. 1, hal. 33-38, 2018. <http://dx.doi.org/10.33019/ecotipe.v5i1.32>
- [10] S. Purnomo, M. Eko Sulistryo, and L. Alvionita, "Optimization of 4G LTE (Long Term Evolution) Network Coverage Area in Sub Urban," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2217, no. 1, p. 030193, 2017. <https://doi.org/10.1063/5.0000732>

- [11] W. Setiaji, A.A. Muayyadi, & H. Wijanto, "Analisis Performansi dan Optimasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) Pada Wilayah Tol Padaleunyi," *E-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 1, hal. 2355-9365, 2018. <https://doi.org/10.34818/eoe.v5i1.6258>
- [12] I.G.M.Y. P.A. Saputra, P.K. Sudiarta, & G. Sukadarmika, "Analisis Hasil Drive Test Menggunakan Software G-NET dan NEMO di Jaringan LTE Area Denpasar," *Journal SPEKTRUM*, vol. 5, no. 2, hal. 216-223, 2018. <http://dx.doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2018.v05.i02.p27>
- [13] R. A. Mursid, U.K. Usman, & H. Vidyaningtyas, "Analisis Performansi dan Optimasi Jaringan 4G LTE Pada Kawasan Telkom University," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 2, hal. 2355-9365, 2019. <https://doi.org/10.34818/eoe.v6i1.8569>
- [14] A.C.U. Putri, U.K.Usman, & S.P.W. Jarot, "Analisis Optimasi Coverage Jaringan Long Term Evolution (LTE) TDD Pada Frekuensi 2300 MHz di Wilayah DKI Jakarta," *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Terhadap Teknologi Industri*, hal.1-6, ITN Malang, 2017.
- [15] D. Rai, & A. Dwivedi, "LTE Theory to Practice-KPI Optimization (A 4G Wireless Technology)," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 8, no. 2, hal. 2278-3075, 2018.
- [16] Xincheng, Zhang, *LTE Optimization Engineering Handbook*, John Wiley & Sons, 2018.
- [17] I.D.G.P Warsika, N.M.A.E.D Wirastutim & P.K. Sudiarta, "Analisa *Throughput* Jaringan 4G LTE dan Hasil Drive Test pada Cluster Renon," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 6, no. 1, hal. 74-80, 2018. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2019.v06.i01.p11>